

METHOD AND DEVICE FOR EXPOSURE

Patent Number: JP6232030
Publication date: 1994-08-19
Inventor(s): SUZUKI KAZUAKI
Applicant(s): NIKON CORP
Requested Patent: ☐ JP6232030
Application: JP19930014482
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/027; G03F7/20
EC Classification:
Equivalents: JP3282167B2

Abstract

PURPOSE: To make the exposure of a photosensitive substrate appropriate at the time of exposing the substrate by using the slit-scan exposing method.

CONSTITUTION: After leading irradiating light from a light source 1 to a flare stop 7 through a light reducing means 3, etc., a slit-like irradiated area 26 on a reticle R conjugate to the opening of the stop 7 is uniformly irradiated with the light and a wafer W on an X-Y stage 18 is exposed to the pattern of the reticle R through a projecting optical system while the reticle R and wafer W are scanned against the area 26. By measuring in advance the width of a slit-like exposed area 26P conjugate to the area 26 in the scanning direction by using a photoelectric detector 20 on the stage 18, the scanning speed, output power of the light source 1, etc., are adjusted in accordance with the measured results.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(10)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-232030

(49)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int Cl ¹	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7316-2H	H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 S
		7352-4M		3 1 1 L
		7352-4M		

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全7頁)

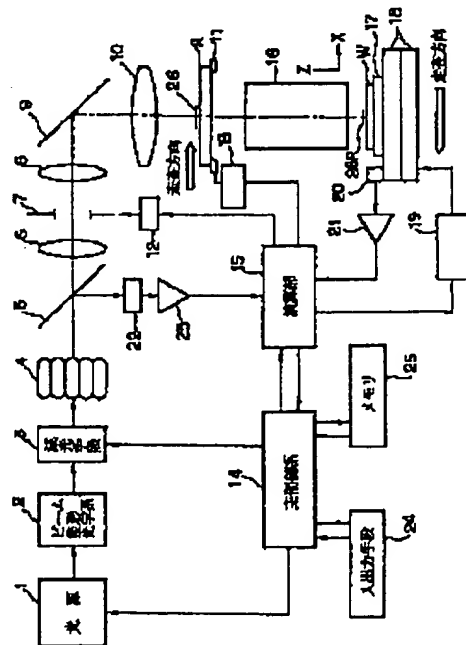
(21)出願番号	特願平5-14482	(71)出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22)出願日	平成5年(1993)2月1日	(72)発明者	鈴木 一明 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		(74)代理人	弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 露光方法及び露光装置

(57)【要約】

【目的】 スリットスキャン露光方式で露光を行う際に、感光基板上での露光量を適正露光量にする。

【構成】 光源1からの照明光を減光手段3等を介して視野絞り7に導き、視野絞り7の開孔部と共役なレチクルR上のスリット状の照明領域26に均一な照度で照明光を照射し、レチクルR及びXYステージ18上のウエハWをその照明領域26に対して走査しつつ、レチクルRのパターンを投影光学系16を介してウエハW上に露光する。予め、XYステージ18上の光电検出器20を用いて、照明領域26と共役なスリット状の露光領域26Pの走査方向の幅を計測しておき、この計測結果に応じて走査速度及び光源1の出力パワー等を調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 転写用のパターンが形成されたマスク上のスリット状の照明領域を照明し、該スリット状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び感光基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記スリット状の照明領域よりも広い面積のパターンを前記感光基板上に露光する方法において、

前記マスクとして前記相対的な走査方向に前記スリット状の照明領域の光を通過させる開口部が形成されたマスクを配置し、

前記感光基板の配置面で前記スリット状の照明領域に対応する領域の前記相対的な走査方向の幅を計測し、該計測された幅に基づいて前記マスク及び前記感光基板の走査速度並びに前記スリット状の照明領域に対応する前記感光基板上の領域での単位時間当りの露光エネルギーを制御することを特徴とする露光方法。

【請求項2】 転写用のパターンが形成されたマスク上のスリット状の照明領域を照明する照明光学系と、ステージ上に保持され前記マスクのパターンが露光される感光基板及び前記マスクを前記スリット状の照明領域に対して同期して相対的に走査する相対走査手段とを有し、前記スリット状の照明領域に対して相対的に前記マスク及び前記感光基板を同期して走査することにより、前記マスク上の前記スリット状の照明領域よりも広い面積のパターンを前記感光基板上に露光する露光装置において、

前記ステージ上に載置され、前記スリット状の照明領域の前記感光基板上での前記相対的な走査方向の幅を計測する計測手段と、

該計測された幅に基づいて前記感光基板に対する露光エネルギーを制御する露光量制御手段とを設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項3】 前記計測手段が、前記照明光学系からの照明光の前記ステージ上での照度均一性を測定するための光電検出手段で兼用されていることを特徴とする請求項2記載の露光装置。

【請求項4】 前記計測手段により計測された前記スリット状の照明領域の前記感光基板上での前記相対的な走査方向の幅に基づいて、前記スリット状の照明領域の前記相対的な走査方向の幅を補正する補正手段を設けたことを特徴とする請求項2又は3記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば矩形又は円弧状等の照明領域に対してマスク及び感光基板を同期して走査することにより、マスク上のその照明領域よりも広い面積のパターンを感光基板上に露光する所謂スリットスキャン露光方式の投影露光装置に適用して好適な露光方法、及びこの露光方法を実施できる露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを投影光学系を介して、フォトレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の感光基板上に露光する投影露光装置が使用されている。最近では、半導体素子の1個のチップパターン等が大型化する傾向にあり、投影露光装置においては、レチクル上のより大きな面積のパターンを感光基板上に露光する大面積化が求められている。

【0003】斯かる大面積化に應えるために、例えば矩形、円弧状又は六角形等の照明領域（これを「スリット状の照明領域」という）に対してレチクル及び感光基板を同期して走査することにより、レチクル上のそのスリット状の照明領域よりも広い面積のパターンを感光基板上に露光する所謂スリットスキャン露光方式の投影露光装置が開発されている。従来は、レチクル上にそのスリット状の照明領域を設定するために、レチクルと実質的に共役な位置又はレチクルの近傍にそのスリット状の照明領域を決定する可動の遮光手段が配置されていた。そして、そのレチクル上のスリット状の照明領域の形状及びこのスリット状の照明領域の感光基板上での形状は、設計値又は装置定数として管理されていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来の投影露光装置において、照明光学系はレチクルを均一な照度で照明する様に設計されている。今、感光基板の露光面上での照度（像面照度）を I [mW/cm²]、所望の露光量（感光基板の感光材の感度）を S [mJ/cm²]、スリット状の照明領域の感光基板の露光面上での走査方向の幅を D [mm]、レチクル及びウエハのウエハの露光面に換算した走査速度を v [mm/sec]とおくと、必要な露光時間 t [sec]は下記の式で表現される。

$$【0005】 t = S / I = D / v \quad (1)$$

この場合、露光量 S はオペレータにより入力され、照度 I は通常そのときの光源の強度により予め決まっておき、オペレータにより入力された露光量 S を達成するためには、スリット状の照明領域の走査方向の幅 D に応じて、走査速度 v を決定する必要がある。また、非常に露光量 S の値が小さく、走査速度 v が装置として可能な最大走査速度 v_{max} を越えてしまうときには、照明光学系内の減光手段により照度 I を小さくするか、又はスリット状の照明領域の走査方向の幅 D を小さくする必要がある。

【0006】図4は、感光基板上でのスリット状の照明領域に対応する領域の種々の例を示し、図4(a)は走査方向の幅 D の長方形状の照明領域に対応する領域30を示し、図4(b)は走査方向の幅 D の円弧状の照明領域に対応する領域31を示す。また、図4(c)は、特

公昭46-34057号公報に開示されている走査方向の幅Dの六角形状の照明領域に対応する領域32を示し、走査方向に垂直な方向（非走査方向）の領域32の両端部32a及び32bは、隣り合う走査領域と重複して走査される場合に有利な形状となっている。同様に、図4(d)は、特公昭53-25790号公報に開示されている走査方向の幅Dの菱形形状の照明領域に対応する領域33を示し、非走査方向の領域33の両端部33a及び33bも、隣り合う走査領域と重複して走査される際に有利な形状となっている。

【0007】しかしながら、従来はそれらスリット状の照明領域の走査方向の幅Dの測定手段が投影露光装置に備わっていなかったため、その走査方向の実際の幅Dが設計値又は装置定数から外れている場合に、感光基板上に適正露光量の露光を行うことが困難であるという不都合があった。本発明は斯かる点に鑑み、スリット状の照明領域に対して相対的にレチクル及び感光基板を同期して走査することにより、レチクル上のパターンをその感光基板上に露光する際に、感光基板上に適正露光量の露光を行うことができる露光方法を提供することを目的とする。また、本発明はそのような露光方法を実施できる露光装置を提供することをも目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による露光方法は、例えば図1に示す如く、転写用のパターンが形成されたマスク(R)上のスリット状の照明領域(26)を照明し、このスリット状の照明領域に対して相対的にマスク(R)及び感光基板(W)を同期して走査することにより、マスク(R)上のスリット状の照明領域(26)よりも広い面積のパターンを感光基板(W)上に露光する方法において、マスク(R)としてその相対的な走査方向にスリット状の照明領域(26)の光を通過させる開口部形成された計測用のマスクを配置し、感光基板(W)の配置面でスリット状の照明領域(26)に対応する領域(26P)のその相対的な走査方向の幅を計測し、この計測された幅に基づいてマスク(R)及び感光基板(W)の走査速度並びにスリット状の照明領域(26)に対応する感光基板(W)上の領域(26P)での単位時間当りの露光エネルギーを制御するものである。

【0009】また、本発明による露光装置は、例えば図1に示す如く、転写用のパターンが形成されたマスク(R)上のスリット状の照明領域(26)を照明する照明光学系(1~10)と、ステージ(18)上に保持されマスク(R)のパターンが露光される感光基板(W)及びマスク(R)をスリット状の照明領域(26)に対して同期して相対的に走査する相対走査手段(13, 14, 15, 19)とを有し、スリット状の照明領域(26)に対して相対的にマスク(R)及び感光基板(W)を同期して走査することにより、マスク(R)上のスリ

ット状の照明領域(26)よりも広い面積のパターンを感光基板(W)上に露光する露光装置において、ステージ(18)上に載置され、スリット状の照明領域(26)の感光基板(W)上でのその相対的な走査方向の幅を計測する計測手段(20)と、このように計測された幅に基づいて感光基板(W)に対する露光エネルギーを制御する露光量制御手段(1, 3, 14, 15)とを設けたものである。

【0010】この場合、計測手段(20)が、その照明光学系からの照明光のステージ(18)上での照度均一性を測定するための光電検出手段で兼用されていることが望ましい。また、計測手段(20)により計測されたスリット状の照明領域(26)の感光基板(W)上でのその相対的な走査方向の幅に基づいて、スリット状の照明領域(26)のその相対的な走査方向の幅を補正する補正手段(7, 12, 15)を設けることが望ましい。

【0011】

【作用】斯かる本発明の露光方法によれば、スリットスキャン露光方式でマスク(R)のパターンを感光基板(W)上へ露光する前に、感光基板(W)の配置面でスリット状の照明領域(26)に対応する領域(26P)のその相対的な走査方向の幅が実際に計測される。従って、この計測された幅に基づいて、マスク(R)及び感光基板(W)のスリット状の照明領域(26)に対する走査速度及び感光基板(W)に対する単位時間当りの露光エネルギーを制御することにより、感光基板(W)に対する露光量を適正露光量に正確に制御できる。

【0012】また、本発明の露光装置によれば、計測手段(20)でスリット状の照明領域(26)に対応する感光基板(W)上の領域(26P)の走査方向の幅を計測でき、この結果に基づいて感光基板(W)に対する露光量を適正露光量に正確に制御できる。また、計測手段(20)が、その照明光学系からの照明光のステージ(18)上での照度均一性を測定するための光電検出手段で兼用されている場合には、新たに計測手段を付加する必要が無い。

【0013】更に、計測手段(20)により計測されたスリット状の照明領域(26)の感光基板(W)上でのその相対的な走査方向の幅に基づいて、スリット状の照明領域(26)のその相対的な走査方向の幅を補正する補正手段(7, 12, 15)を設けた場合には、その幅を例えば正確に設計値に設定することができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の一実施例につき図1~図3を参照して説明する。本実施例は、光源としてエキシマレーザ光源等のパルス発振型の露光光源を有するスリットスキャン露光方式の投影露光装置に本発明を適用したものである。図1は本実施例の投影露光装置を示し、この図1において、パルス発振型の光源1から射出されたレーザビームは、シリンダーレンズやビームエキスパンダ

等で構成されるビーム整形光学系2により、後続のフライアイレンズ4に効率よく入射するようにビームの断面形状が整形される。ビーム整形光学系2から射出されたレーザービームは減光手段3に入射する。減光手段3は透過率の粗調節と微調節を有するものとする。減光手段5から射出されたレーザービームはフライアイレンズ4に入射する。

【0015】フライアイレンズ4は、後続の視野絞り7及びレチクルRを均一な照度で照明するためのものである。フライアイレンズ4から射出されるレーザービームは、反射率が小さく透過率の大きなビームスプリッター5に入射し、ビームスプリッター5を通過したレーザービームは、第1リレーレンズ6により視野絞り7上を均一な照度で照明する。本実施例の視野絞り7の開口部の形状は長方形である。

【0016】視野絞り7を通過したレーザービームは、第2リレーレンズ8、折り曲げミラー9及びメインコンデンサーレンズ10を経て、レチクルステージ11上のレチクルRを均一な照度で照明する。視野絞り7とレチクルRのパターン形成面とは共役であり、視野絞り7の開口部と共役なレチクルR上の長方形のスリット状の照明領域26にレーザービームが照射される。視野絞り7の開口部の形状を駆動部12を介して変化させることにより、そのスリット状の照明領域26の形状を調整することができる。

【0017】レチクルR上のスリット状の照明領域26内のパターン像が投影光学系16を介してウエハW上に投影露光される。投影光学系16の光軸に平行にZ軸をとり、その光軸に垂直な平面内でスリット状の照明領域26に対するレチクルRの走査方向をX方向とすると、レチクルステージ11はレチクルステージ駆動部13によりX方向に走査される。また、レチクルステージ駆動部13は、装置全体の動作を制御する主制御系14の指示で動作する演算部15により制御されている。

【0018】一方、ウエハWはウエハホルダー17を介して、少なくともX方向（図1では左右方向）に走査可能なXYステージ18上に載置されている。図示省略するも、XYステージ18とウエハホルダー17との間には、ウエハWをZ方向に位置決めするZステージ等が介装されている。スリットスキャン露光時には、レチクルRがX方向に走査されるのに同期して、XYステージ18を介してウエハWは-X方向に走査されるが、そのXYステージ18の動作はウエハステージ駆動部19により行われる。

【0019】XYステージ18上には光電検出器20が載置され、本実施例では、この光電検出器20を用いてレチクルR上のスリット状の照明領域26と共役なスリット状の露光領域26Pの形状を測定する。また、その光電検出器20は、本出願人が特開昭57-117238号公報で開示しているように、XYステージ18上で

の露光光としてのレーザービームの照度均一性を測定する際にも使用されるものである。光電検出器20としては、例えばウエハWの露光面と同一の高さに設置されたピンホールと、その直下に配置されたフォトダイオードやPINフォトダイオード又はフォトマルチプライア等とを一体化したものが使用される。但し、スリット状の照明領域26Pの形状を計測するためであれば、光電検出器20として、1次元のアレイ・センサー又は2次元のアレイ・センサー等をも使用できる。光電検出器20からの光電変換信号は増幅器21を介して演算部15に送られる。

【0020】また、ビームスプリッター5で反射されたレーザービームは、光電変換素子よりなる露光量モニター22で受光され、露光量モニター22の光電変換信号が増幅器23を介して演算部15に供給される。演算部15は、後述のように光電検出器20を用いてスリット状の露光領域26Pの形状を求め、この計測結果に基づいて駆動部12を介して視野絞り7の開口部の形状を調整するか、又はレチクルR及びウエハWのスリット状の照明領域26に対する走査速度を調整する。また、そのスリット状の露光領域26Pの形状の計測結果は主制御系14に供給され、主制御系14は、必要に応じて光源1の出力パワーを調整するか、又は減光手段3における透過率を調整する。オペレータは入出力手段24を介して主制御系14にレチクルRのパターン情報等を入力することができ、主制御系14には各種情報を蓄積できるメモリ25が備えられている。

【0021】次に、本実施例で露光を行う際の動作について説明する。露光を行う前にまず、レチクルRとして、スリット状の照明領域26の光を通過させるための開口部を有するレチクル（照明形状測定用レチクル）を設定し、そのレチクルの開口部がスリット状の照明領域26の一方のエッジの下に位置するように、レチクルステージ11を介してそのレチクルを位置決めする。そのような照明形状測定用レチクルを使用する代わりに、一般のレチクルに測定用開口部を必ず設けるようにしておいてもよい。そのレチクルの開口部は必ずしもスリット状の照明領域26より大きい必要はなく、XYステージ18上の光電検出器20の受光部の大きさ（ピンホールが有るときはピンホールの大きさ）をレチクル面に換算した程度の大きさよりも大きければ良い。

【0022】また、走査を行わない静的な状態でのウエハW上の照度均一性が保たれているとすれば、そのレチクル上の開口部が、スリット状の照明領域26の一方のエッジ部に対して一致するように走査方向にレチクルステージ11を位置決めすればよい。そのような開口部が形成されたレチクルを入れる必要があるのは、そのレチクルが無いと光路長が変わって視野絞り7とウエハWの露光面との共役関係がずれるためである。そして、レチクル上の開口部が比較的大きい場合にはレチクルステー

ジ11を固定した状態で、XYステージ18を介して、そのレチクル上の開口部の投影像内のスリット状の露光領域26Pを光電検出器20によってX方向に走査する。

【0023】図2は、スリット状の露光領域26Pに対する光電検出器20の走査方法を示し、この図2において、X方向への軌跡27Aに沿ってスリット状の露光領域26Pに対して光電検出器20の受光部20aを走査することにより、その露光領域26Pの走査方向のエッジ部の位置を計測する。例えば、X方向に垂直なY方向に所定間隔で設定された軌跡27A、27C、…に沿ってそれぞれスリット状の露光領域26Pの幅Wを計測することにより、スリット状の露光領域26Pが円弧状であってもその形状を計測することができる。

【0024】また、本例の光源1としてエキシマレーザ光源が使用されている場合、エキシマレーザ光源はパルス発振型であり、主制御系14から送られる発光トリガにより発光する。その発光トリガに同期してXYステージ18の位置をモニターする不図示の測長装置（例えばレーザ干渉計）の位置情報出力と、光電検出器20の増幅器21を介した出力信号とを演算部15に取り込む。エキシマレーザ光源のパルス発光エネルギーのばらつきが大きいときには、露光量モニター22の出力信号で光電検出器20の出力信号を除算してやれば、エネルギーのばらつきは補正される。

【0025】ところで、スリット状の露光領域26PをX方向に光電検出器20で走査したときに光電検出器20から得られる光電変換信号Iは、設計上は図3(b)に示すように示すように矩形形状をしているが、視野絞り7の設置誤差や照明光学系の収差等により、図3(a)に示すような波形となっている。そこで、例えば光電変換信号Iの最大値I0の1/2のレベルでその光電変換信号IをスライスしたときのX方向の位置X1を、そのスリット状の露光領域26Pの一方のエッジ部とみなす。

【0026】次に、光電検出器20をスリット状の露光領域26Pの他方のエッジ部近傍に移動して同様の測定を行う。レチクルの遮光パターンによりスリット状の照明領域26内のレーザビームが遮光されてしまう場合には、レチクルステージ11を介してそのレチクル上の開口部をスリット状の照明領域26の他方のエッジ部の直下に移動させて、そのレチクルを停止した後に、光電検出器20を走査してスリット状の露光領域26Pの他方のエッジ部の位置を測定する。この測定結果から他方のエッジ部の位置X2が求まる。位置X1と位置X2との差からスリット状の露光領域26Pの走査方向の幅Dが算出される。尚、図3(a)に示したようなスリット状露光領域26Pのエッジ部領域よりもレチクル上の開口部が小さい場合には、位置X1と位置X2の計測時にウエハステージ18のみならず、レチクルステージ11も

同期して走査しなければならない。

【0027】また、視野絞り7の開口部が駆動部12により可動の場合には、その幅Dの非走査方向（Y方向）の一様性を検査する必要がある。なぜならば、非走査方向に幅Dが一様でないと、スリットスキャン露光方式で露光した後のウエハW上の照度均一性が損なわれてしまうためである。そこで、光電検出器20による幅Dの測定は、図2に示したように、非走査方向（Y方向）の2箇所以上、例えば、露光領域26Pの中央及び両端部の3箇所以上で測定する必要がある。その結果、視野絞り7の開口部の走査方向の幅の一様性が十分でないときには、駆動部12を介して視野絞り7の平行出しの微調整を行う。

【0028】なお、光電検出器20がピンホール式ではなく、Y方向に配列された1次元のアレイセンサーの場合には、1回の走査及び測定で非走査方向への測定も行うことができるが、レチクル上にもそのアレイセンサーの受光部と共役なY方向に大きな開口部を形成する必要がある。また、光電検出器20が、2次元のアレイセンサーで、且つその面積がスリット状の露光領域26Pより大きければ、1回の静止状態の測定でスリット状の露光領域26Pの走査方向及び非走査方向の形状を測定できるが、レチクル上にも更に大きい開口部を形成する必要がある。

【0029】ところで、視野絞り7が予め十分に調整された固定式のものであれば、スリット状の露光領域26Pの幅Dの測定は、時々経時変化をチェックする程度に行って、その測定結果でメモリ25内の装置定数を変更すれば良い。また、スリット状の露光領域26Pの両側のエッジの平行度が保証されている場合には、非走査方向の1箇所幅Dの計測を行うだけで十分である。

【0030】図1において、上述のように計測されたスリット状の露光領域26Pの走査方向の幅Dがメモリ25に格納された後に、露光用のレチクルRをレチクルステージ11上に設置し、露光用のウエハWをウエハホルダー17上に載置して、実際の露光動作が始まる。先ず、オペレータが入出力手段24から主制御系14に対して、ウエハWに対する適正露光量を入力し、この適正露光量が主制御系14から演算部15に送られる。次に、ウエハWの露光面上の照度の測定に入る。ウエハWの露光面上の照度測定は、予め、ウエハWの露光面でのパルスエネルギーP[mJ/cm²・pulse]と対応関係

がとれている露光量モニター22によってもよく、あるいはXYステージ18上の光電検出器20の出力信号を利用してよい。

【0031】さて、光源1からのパルスレーザ光のパルスエネルギーPの測定が終了すると、以下のように露光量制御用のパラメータが決定される。以下、簡単のためにパルスエネルギーPのばらつきは十分小さく、パルスエネルギーPを一定値とみなしうる場合について述べ

る。この場合、光源1の発振周波数を f [Hz]とすると、ウエハの露光面上での照度 I [mW/cm²]は、次のようになる。

$$【0032】 I = P \cdot f \quad (2)$$

次に露光に必要なパルス数 N は、露光時間を t [sec]とおくと、次のようになる。

$$N = f \cdot t \quad (3)$$

従って、ウエハ上での適正露光量を S [mJ/cm²]、レチクル及びウエハのウエハの露光面上に換算した走査速度を v [mm/sec]とすると、式(1)、(2)、(3)より次式を得る。

$$【0033】 N = S / P = D f / v \quad (4)$$

この式(4)より、 S/P 及び Df/v を整数化するような制御が必要となる。 S/P 及び Df/v が整数から外れれば外れる程、スリットスキャン露光による露光終了後のウエハ上の照度均一性及び露光量制御精度が劣化する。そこでまず、 S/P を整数化するために、パルスエネルギー P の微調を行う。これは、図1の減光手段3の透過率を微調することにより行う。

【0034】一方、式(4)の Df/v を整数化するために、スリット状の露光領域26Pの幅 W 、発振周波数 f 又は走査速度 v の微調が必要である。幅 D を調整する場合には、駆動部12を介して視野絞り7を微調するが、この際に微調精度が十分でないと、先に述べたスリット状の露光領域26Pの幅 D の計測が再度必要となる。また、発振周波数 f 又は走査速度 v を調整する場合には、それぞれが可変範囲の中に収まるように調整する。

【0035】以上において、エキシマレーザ光源のパルスエネルギー P のばらつきは十分小さいとして説明してきたが、実際にはエキシマレーザ光源は5% (標準偏差 σ の3倍で) 程度のパルスエネルギー P のばらつきを有する。パルスエネルギー P の平均値を P_B 、パルスエネルギー P のばらつき量を ΔP とすると、パルスエネルギー P のばらつきは $\Delta P/P_B$ で表される。このとき、仮に、1% (3 σ) 以内の露光量の再現精度 A を得ようとするなら、式(4)のパルス数 N の値は次式以上にする必要がある。

$$【0036】 N \geq \{ (\Delta P / P_B) / A \}^2 = 25 \quad (5)$$

このときは、適正露光量 S が小さい露光量の場合には、式(4)よりパルスエネルギー P を小さくする必要が生じ、主制御系14からの指令に基づいて減光手段3の内の粗調部により透過率が調整される。このようにして、式(4)で示される露光に係するパラメータが決定された後は、図1において、レチクルR及びウエハWをウエハ面上に換算した速度 v で同期して走査させ、光源1を周波数 f で発振させることにより、所望の照度均一性及び所望の露光量制御精度でウエハWの露光量を所望の露光量にできる。

【0037】なお、上述実施例では、エキシマレーザ光源のようなパルス発光源を光源とする場合について述べたが、水銀ランプ等の連続光源から、 g 線又は i 線等の光を取り出して露光光とする場合には、図1のビーム整形光学系2は、コリメータレンズや干渉フィルタから構成される。また、式(4)に相当する露光関係のパラメータ設定のための条件式は、式(1)で表現され、適正露光量 S に応じて、ウエハの露光面上での照度 I 、スリット状の露光領域の幅 D 及び走査速度 v を調整してやればよい。

【0038】また、露光光源が連続光源の場合には一般的に図1の減光手段3は必ずしも必須ではなく、走査速度 v と幅 D のみで調整し、大きな露光量のときには走査速度 v を小さくし、小さな露光量のときには走査速度 v を大きくしても良い。また、走査速度 v が装置として許容される最大値に達してしまうときには、スリット状の露光領域の幅 D を小さくする必要が生じる。

【0039】更に、図1における投影光学系16は、屈折式でも、反射式でも、反射屈折式でもよい。また、本発明は投影露光装置のみならず、コンタクト方式やプロキシミティ方式の露光装置でも有効であることは言うまでもない。このように、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0040】

【発明の効果】本発明によれば、感光基板の配置面でスリット状の照明領域に対応する領域の相対的な走査方向の幅を計測することができるので、この幅を用いて感光基板上に適正露光量の露光を行うことができる利点がある。また、感光基板上の照度均一性も向上する。

【0041】また、本発明の露光装置において、計測手段が、照明光学系からの照明光のステージ上での照度均一性を測定するための光電検出手段で兼用されている場合には、装置構成が簡略化される。そして、その計測手段により計測されたスリット状の照明領域の感光基板上での相対的な走査方向の幅に基づいて、そのスリット状の照明領域のその相対的な走査方向の幅を補正する補正手段を設けた場合には、そのスリット状の照明領域の幅を所望の値に正確に設定できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の投影露光装置を示す構成図である。

【図2】スリット状の露光領域26Pの走査方向の幅を測定する場合の説明に供する平面図である。

【図3】(a)はスリット状の露光領域の幅を測定した場合に得られる光電変換信号の計測結果の一例を示す波形図、(b)はスリット状の露光領域の幅を測定した場合に得られる光電変換信号の設計値の一例を示す波形図である。

【図4】スリット状の照明領域の感光基板上の共役像

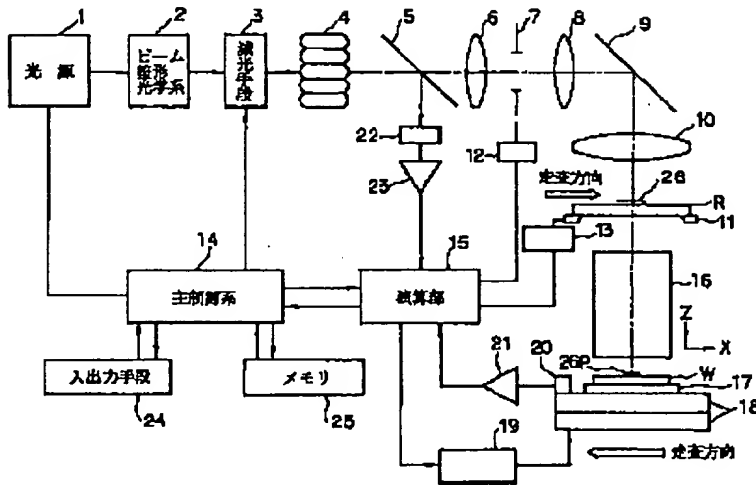
(スリット状の露光領域)の種々の例を示す平面図である。

【符号の説明】

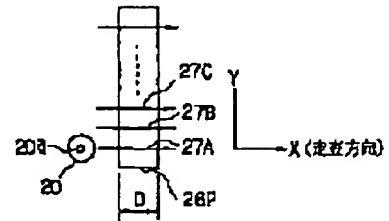
- 1 光源
3 減光手段
7 視野絞り
12 駆動部
R レチクル
13 レチクルステージ駆動部

- 14 主制御系
15 演算部
16 投影光学系
W ウエハ
18 XYステージ
19 ウエハステージ駆動部
20 光電検出器
22 露光量モニター

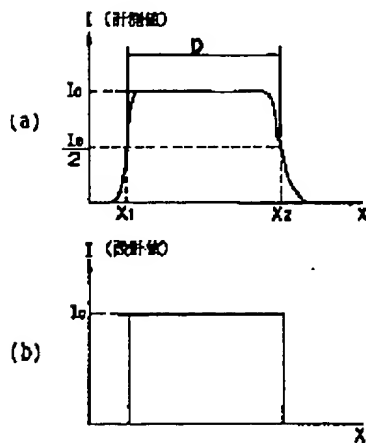
【図1】



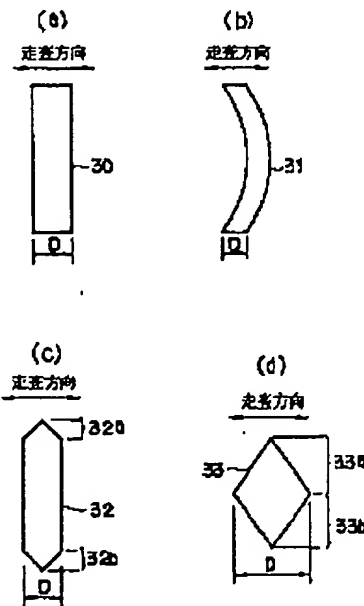
【図2】



【図3】



【図4】



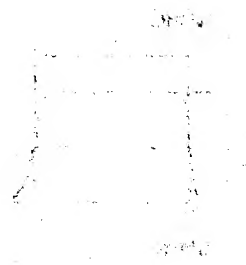
1000

1001



1002

1003



1004

